PART3 地学基礎のための化学

目標　気体の溶解度が温度や圧力によってどのように変化するかを説明できる。

Chapter1　気体と溶液

1　気体の溶解度　(化学)

・**溶解**

水に二酸化炭素を溶かしたものが炭酸水である。

このときの水のように他の物質をとかす液体を**溶媒**，二酸化炭素のように溶媒に溶ける物質を**溶質**という。

また，溶媒の中に溶質が溶け込んで均一な液体になる現象を**溶解**，できた液体を溶液といい，単位量の溶媒の中に溶け込むことのできる溶質の限度量を**溶解度**という。

・**気体の溶解度と温度**

気体の分子は，温度が高いほど激しく運動する。そのため，温度が高いほど，気体の分子は溶媒の分子との間の分子間力〔分子どうしを結び付けようとする力〕を振り切りやすい。よって，圧力が同じであれば，温度が高いほど，気体の溶解度は（大きい / 小さい）。

・**気体の溶解度と圧力**

溶解度が比較的小さく，溶媒と化学反応しない気体について，次の法則〔ヘンリーの法則〕が成り立つ。よって，圧力が低いほど，気体の溶解度は（大きい / 小さい）。

<u>ヘンリーの法則</u>

一定温度で，一定量の溶媒に溶ける気体の質量は，液体に接している気体の圧力に比例する。

講師からのMessage

気体の溶解度が温度によって変化することは，地球温暖化によって海水中に溶け込む酸素や二酸化炭素が減少する原因です。

また，気体の溶解度が圧力によって変化することは，火山の噴火を考える上で重要です！

まとめ

気体の溶解度が大きいのは,

・圧力が一定であれば,温度が＿＿＿＿とき

・温度が一定であれば,圧力が＿＿＿＿とき

である。

Chapter2　化学反応とエネルギー

2　状態変化とエンタルピー変化（物理基礎, 化学）

・内部エネルギー

物質を構成する原子や分子などの粒子に着目したとき，粒子は運動エネルギーと位置エネルギーをもっている。それらのエネルギーの総和を内部エネルギーという。

・内部エネルギーの変化

物質に対して与えられる熱量を q，外部から行われる仕事を w とすると，内部エネルギーの変化 ΔU は

$$\Delta U = q + w \quad \cdots\cdots①$$

と表せる。

・定圧条件における体積の変化と仕事

一定の圧力 P の下で物質の体積が ΔV だけ増加するとき，外部に対して $P\Delta V$ だけ仕事をする。すなわち，外部から行われる仕事を w とすると

$$w = -P\Delta V \quad \cdots\cdots②$$

と表せる。

・エンタルピー変化

上の①②式より

$$\Delta U = q - P\Delta V$$

つまり

$$q = \Delta U + P\Delta V$$

が成り立つ。

このことから，一定の圧力 P の下で物質に熱を与えたとき，その熱量 q は物質のもつエネルギーを $\Delta U + P\Delta V$ だけ変化させることがわかる。そこで，このエネルギー変化をエンタルピー変化とよぶことにして，ΔH と表す。すなわち，

$$\Delta H = \Delta U + P\Delta V \quad \cdots\cdots③$$

である。

講師からのMessage

地学基礎を学習するにあたって，エンタルピーという概念を理解して立式できるようになる必要はありません。しかし，潜熱〔第 6 講〕を考える上では，次ページのような図をイメージできるとわかりやすいですよ！

知っておこう

位置エネルギー

内部エネルギーを考えるときの「位置エネルギー」は，気体を構成する粒子どうしの間にはたらく力（分子間力など）によるエネルギーを指しています。

力学を考えるときの重力による位置エネルギーとは異なることに注意しましょう。

知っておこう

ΔH と ΔU の違い

常圧条件において，ΔU とくらべて $P\Delta V$ の絶対値は非常に小さいことが知られています。そのため，ΔH は ΔU とほぼ一致します。

・ 水の状態変化とエンタルピー変化

たとえば，氷 18g を水 18g にする〔融解させる〕には，6.0kJ の熱を加える必要がある。これは，次のように表される。

$$H_2O\,(\text{固}) \rightarrow H_2O\,(\text{液}) \qquad (\Delta H = 6.0\text{kJ})$$

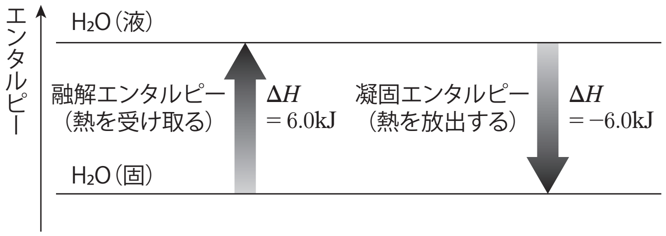
このときのエンタルピー変化を水の融解エンタルピーという。

また，水 18g を氷 18g にする〔凝固させる〕には，6.0kJ の熱を奪う必要がある。これは，次のように表される。

$$H_2O\,(\text{液}) \rightarrow H_2O\,(\text{固}) \qquad (\Delta H = -\,6.0\text{kJ})$$

このときのエンタルピー変化を水の凝固エンタルピーという。

これらを図にすると，次のように表せる。



地学では，融解と凝固だけでなく，蒸発や昇華など，すべての状態変化に伴って出入りする熱をまとめて潜熱とよんでいる。

まとめ

一定の圧力の下で物質に熱を与えたときのエネルギー変化をエンタルピー変化という。

特に，水の固体と液体との間の状態変化に着目したとき，

・水が＿＿＿＿するとき，エンタルピー変化は正

・水が＿＿＿＿するとき，エンタルピー変化は負

である。

知っておこう

物質量 mol

左で氷や水の質量を 18g としているのは，H_2O の 1mol あたりの質量が 18g だからです。1mol は「約 6×10^{23} 個」を表していて，化学では量の基準（単位）として一般的に用いられます。H_2O の分子 1 個に着目すると，質量や出入りする熱量がとんでもなく小さくなってしまって不便なんですね。

知っておこう

J と W

J〔ジュール〕は熱，あるいはエネルギーを表す単位です。

一方，W〔ワット〕は単位時間あたりのエネルギー，あるいは仕事を表す単位です。

どちらも「エネルギー」と呼ばれることがありますが，

1W = 1J/s

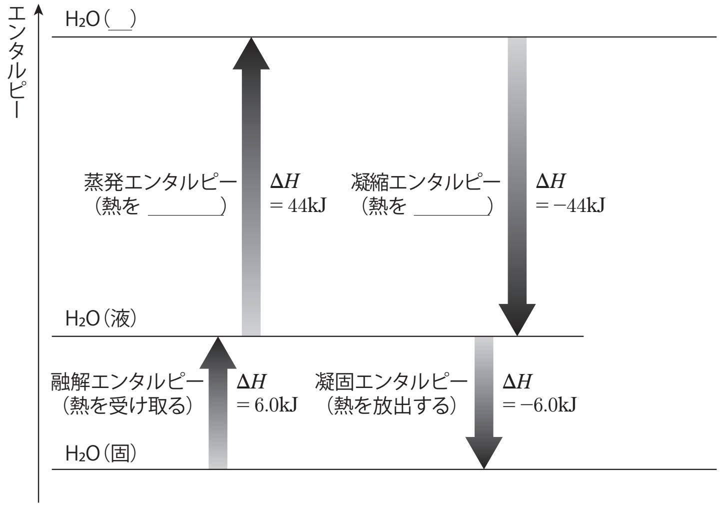
つまり，1W は 1 秒あたり 1J のエネルギーを表しているということを覚えておきましょう！

Chapter3　演習問題

□　状態変化とヘスの法則

潜熱の出入りは，気象現象を考える上でとても大切なことがらです。今回の演習問題では，図を使いながら潜熱の扱いに慣れていきましょう。

問題⑴　氷 18g に 6.0kJ の熱を加えると水 18g になり，水 18g に 44kJ の熱を加えると水蒸気 18g になります。このことから，次の図を完成させてください。なお，「凝縮」は凝結と同じ意味で用いられる用語です。



問題⑵「物質が変化するときの熱の総和は，変化の前後の物質の種類と状態だけで決まり，変化のしかたには関係しない」という法則があり，これをヘスの法則といいます。このことに関連した次の文章中の（　　）について，正しいものを選んでください。また，[　　　] にあてはまる値を求めてください。

水蒸気が直接氷に変化するように，気体が直接固体に変化することを凝華という。

前ページの図とヘスの法則にしたがって考える。水蒸気 18g が氷 18g に凝華するとき，エンタルピー変化 ΔH は [　　　] kJ である。つまり, このとき [　　　] kJ の熱が（受け取られる / 放出される）。したがって，上空で空気塊中の水蒸気が氷に凝華すると，この変化によって空気塊は（温められる / 冷やされる）といえる。

第12講　PART3　確認問題

問1　気体の分子は，温度が高いほど激しく運動する。そのため，温度が高いほど，気体の分子は溶媒の分子との間の分子間力を振り切りやすい。よって，圧力が一定のときの気体の溶解度は，ほぼ例外なく（　ア　）。また，溶解度が比較的小さく，溶媒と化学反応しない気体については，「一定温度で，一定量の溶媒に溶ける気体の質量は，液体に接する気体の圧力に比例する」という a ヘンリーの法則が成り立つ。

(1)　空欄アにあてはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　温度が高いほど大きい　　②　温度が高いほど小さい
③　温度によらず一定である　　④　温度の条件では決まらない

(2)　下線部 a に関して，この法則によると，気体の溶解度は圧力が高いほどどうなるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　小さくなる。　　②　大きくなる。
③　圧力によらず一定である。　　④　圧力の条件だけでは決まらない。

問2　状態変化は熱の出入りを伴う。一定の圧力の下で物質に熱を与えたときのエネルギーの変化をエンタルピー変化という。特に，氷 18g が水 18g に変化するときのエンタルピー変化を水の（　イ　），水 18g が水蒸気 18g に変化するときのエンタルピー変化を水の（　ウ　）という。

(1)　空欄イ，ウにあてはまる語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　イ　融解エンタルピー　　ウ　凝固エンタルピー
②　イ　融解エンタルピー　　ウ　蒸発エンタルピー
③　イ　凝縮エンタルピー　　ウ　凝固エンタルピー
④　イ　凝縮エンタルピー　　ウ　蒸発エンタルピー

⑵ 空欄イ，ウの値の符号の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① イ 正 ウ 正
② イ 正 ウ 負
③ イ 負 ウ 正
④ イ 負 ウ 負

第 12 講　地学基礎のための基礎知識

PART1　地学基礎のための数学

問題(1)　(i) 0.7 cm　(ii) 12.6 cm

問題(2)　x，y，$\frac{1}{8}$，0.125，12.5%

PART2　地学基礎のための物理

問題(1)　1000 cm^3

問題(2)　2.7 g/cm^3

問題(3)　26 N

問題(4)　1000 cm^3

問題(5)　1 kg

問題(6)　9.8 N

問題(7)　(3)で求めた重力が 26 N，(6)で求めた浮力が 9.8 N なので，重力とくらべて浮力の方が小さい。よって，この花こう岩を完全に水の中につけて手を離したとき，この花こう岩は沈むと考えられる。

PART3　地学基礎のための化学

問題(1)　H_2O（気），蒸発エンタルピー（熱を受け取る），凝縮エンタルピー（熱を放出する）

問題(2)　-50，50，放出される，温められる

PART4　地学基礎のための生物

問題(1)　水，酸素，酸素，水

問題(2)　真核生物，ミトコンドリア

第12講　PART3　確認問題　解答

問 1

(1)　②

解説：

圧力一定の条件では，気体の溶解度は温度が高いほど小さい。

(2)　②

解説：

ヘンリーの法則によると，温度が一定のとき，一定量の溶媒に対する気体の溶解度は，圧力が高いほど大きい。

問 2

(1)　②

解説：

固体が液体になる状態変化を融解，液体が気体になる状態変化を蒸発という。よって，氷 18g が水 18g になるときのエンタルピー変化は水の融解エンタルピー，水 18g が水蒸気 18g になるときのエンタルピー変化は水の蒸発エンタルピーとよばれる。

(2)　①

解説：

エンタルピー変化は一定の圧力の下で物質に熱を与えたときのエネルギーの変化であり，熱を加えるときの符号は正になる。氷に熱を加えると水になり，水に熱を加えると水蒸気になるので，イとウの値はいずれも正だといえる。